

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-001303

(43)Date of publication of application : 07.01.1987

(51)Int.Cl.

H01Q 3/26

(21)Application number : 60-140983

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 27.06.1985

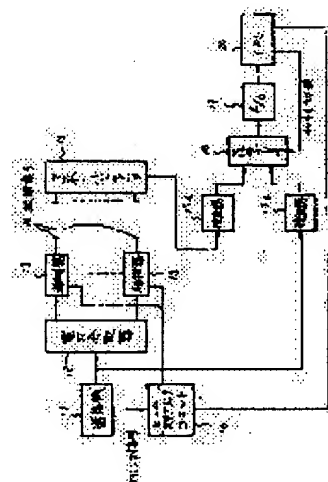
(72)Inventor : KUWABARA YOSHIHIKO  
KOSHIO TATSUYOSHI

## (54) CHARACTERISTIC MEASURING SYSTEM FOR ANTENNA RADIATION ELEMENT

## (57)Abstract:

PURPOSE: To improve the reliability of measurement by fixing a main beam in a direction, turning the phase shifter only of a radiation element to be measured at each  $90^\circ$ , using the method of averaging and the trigonal method from scalar quantities of four states so as to measure the characteristic.

CONSTITUTION: A CPU 20 gives an instruction to fix a main beam of the antenna to a prescribed angle to a beam steering unit 16 to control each phase shifter 13. A transmitter 11 sends a high frequency signal in this state and the high frequency signal is radiated toward a manihold monitor 15 from a radiation element 14. The received signal is inputted to the CPU 20 via a detector 17a, a multiplexer 18 and an A/D converter 19. Then the phase shifter 13 is turned by  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $0^\circ$  and  $270^\circ$  and each reception signal is inputted to the CPU 20. Then the amplitude and phase of a radiation current vector of the radiation element to be measured are detected by using the trigonal method and the averaging means from the scalar quantities of four states.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-1303

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)1月7日

H 01 Q 3/26

7004-5J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 空中線放射素子の特性測定方式

⑯ 特 願 昭60-140983

⑰ 出 願 昭60(1985)6月27日

⑱ 発 明 者 桑 原 義 彦 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内  
⑲ 発 明 者 小 塩 立 吉 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内  
⑳ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号  
㉑ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

1. 発明の名称

空中線放射素子の特性測定方式

2. 特許請求の範囲

(1) フェーズドアレイ空中線への送信出力を分配しそれぞれ移相器を介して各放射素子から放射し、これら放射された放射電流ベクトルを合成してマニホールドモニタで受けてビデオ検波し、このビデオ検波された合成ベクトルから演算処理を行って前記放射素子の特性検出を行う空中線放射素子の特性測定方式において、前記各移相器を前記各放射素子から放射される放射電流ベクトルの位相が等しくなるよう制御し、測定すべき放射素子に接続した移相器を90度毎に回転させて前記送信出力を放射し、その都度前記マニホールドモニタで合成してビデオ検波された放射電流ベクトルの4つのスカラー量から三角法を用いた演算処理によって前記測定すべ

き放射素子の放射電流ベクトルの振幅および位相を求めることを特徴とする空中線放射素子の特性測定方式。

(2) 90度毎に回転させた送信出力の放射がそれぞれ複数回行われ、放射電流ベクトルの4つのスカラー量がそれぞれ複数回加算された加算値あるいは平均値を用いて演算処理が行われる特許請求の範囲第1項記載の空中線放射素子の特性測定方式。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明はフェーズドアレイ空中線などの各放射素子から放射される放射電流ベクトルの振幅と位相とを検出する空中線監視装置の空中線放射素子の測定方式に関する。

〔従来の技術〕

従来、この種の空中線監視装置を含むシステムとして、第3図のブロック図に示す構成のものがある。図中、11は送信機、12は電力分配器、

13は移相器、14は放射素子、15はマニホールドモニタ、16はビームステアリングユニット、17a, bは検波器、18はマルチプレクサ、19はA/D変換器、20はCPU、21は90°遅相器、22a, bは合成器、23a, bはバンドパスフィルタ(BPF)である。CPU20は、アンテナのビーム方向を固定する信号をビームステアリングユニット16に送り、このビームステアリングユニット16はアンテナのビーム方向がその方向に固定するよう各放射素子14と接続された各移相器13を制御し、被測定放射素子(1個)に接続された移相器を除く全ての移相器13はこの状態で保持される。CPU20は被測定放射素子を指定し、これに接続される移相器13を22.5°ステップで360°回転させる命令をビームステアリングユニット16に送る。送信機11から出力された高周波信号は、電力分配器12、移相器13を通り、放射素子14から空間に放射され、各放射素子14に一对一に対応してスリットが切られているマニホールドモニタ15によっ

て、高周波信号が受信される。

この受信信号は、2分配されて送信機11からの一部の分岐信号と合成器22a, bによってそれぞれ合成される。この受信信号と合成される送信機11からの分岐信号の一方は、ディレイライン21によって90°遅相されたものである。

各合成信号は、この時、第2図に示す様にエンベロープが90°ずれるが、エンベロープの90°遅れている方をQチャネル、遅れていない方をIチャネルと称す。I、Q各チャネルの信号は、各検波器17a, 17bによって検波され、バンドパスフィルタ23a, 23bによって濾波される。それぞれの信号は、マルチプレクサ18によって切り換えられ、A/Dコンバータ19によってデジタル量に変換されてCPU20にとり込まれる。

このCPU20にとり込まれたデータは、次の手順で処理される。ここでI、Qは各々I、Qチャネルの出力電圧値を示し、添字iは被測定移相器を22.5°ステップで360°回した時の状態を示し、jは放射素子の番号を示す。

#### 1) 振幅の計算

各放射素子から放射される放射電流の振幅 $A_j$ は次の(1)式の計算により求められる。

$$A_j = \frac{1}{16} \sum_{i=1}^N (I_{ij}^2 + Q_{ij}^2) \quad \dots\dots\dots (1)$$

送信機のパワードリフトを考慮するために次の(2)式によりキャリブレーション振幅 $A_c$ を求める。ここでNは放射素子の数とする。

$$A_c = \sum_{j=1}^N \frac{1}{16} \sum_{i=1}^N (I_{ij}^2 + Q_{ij}^2) \quad \dots\dots\dots (2)$$

(1)式で求めた $A_j$ は、(2)式の $A_c$ により校正される。

#### 2) 位相の計算

各放射素子から放射される放射電流の位相 $\phi_j$ および基準位相 $\phi_0$ は次の(3)、(4)式の計算により求められる。

$$\phi_j = \tan^{-1} \frac{Q_{j0}}{I_{j0}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\phi_0 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \phi_j \quad \dots\dots\dots (4)$$

放射電流の位相 $\phi_j$ は基準位相 $\phi_0$ との差がとられ、これが測定位相として扱われる。

(発明が解決しようとする問題点)

上述した従来の空中線監視装置はI、Q両チャネルの信号処理系統が必要でハードウェア構成が複雑となり、振幅、位相を求める処理アルゴリズムも複雑で、処理時間がかかり、信頼性が低く、コストが高いという問題があった。

本発明の目的は、このような問題点を解決し、ハードウェアが簡単でその処理時間を短縮した空中線放射素子の特性測定方式を提供することにある。

(問題点を解決するための手段)

本発明の構成は、フェーズドアレイ空中線への送信出力を分配しそれぞれ移相器を介して各放射素子から放射し、これら放射された放射電流ベクトルを合成してマニホールドモニタで受けてビデオ検波し、このビデオ検波された合成ベクトルから演算処理を行って前記放射素子の特性検出を行う空中線放射素子の特性測定方式において、前記各移相器を前記各放射素子から放射される放射電流ベクトルの位相が等しくなるよう制御し、測定すべき放射素子に接続した移相器を90度毎に回

転させて前記送信用出力を放射し、その都度前記マニホールドモニタで合成してビデオ検波された放射電流ベクトルの4つのスカラー量から三角法を用いた演算処理によって前記測定すべき放射素子の放射電流ベクトルの振幅および位相を求めることを特徴とする。

#### 〔発明の原理〕

本発明の空中線監視装置の動作原理を第2図(a),(b)によって説明する。

フェーズドアレイアンテナのビームをある方向に固定し、被測定放射素子に対応する移相器を90°毎に回転させるものとし、この時の各放射素子から放射される電流ベクトルの合成スカラー量を、移相器の回転角0°,90°,180°,270°に対応させて $V_1, V_2, V_3, V_4$ とし、メインベクトル $V$ の中心を0、 $V_1 \sim V_4$ の先端点をE, F, G, Hとする。

次に、メインベクトル $V$ に平行に点Fより直線をおろし、円Cとの交点をJとし、同様に点Eよりメインベクトル $V$ に平行に直線をおろし円Cとの交点をKとし、EKとFHとの交点をLとする。

この位相 $\phi_1$ の符号は、メインベクトル $V$ より右まわりに(+), 左まわりに(-)である。

被測定放射素子の放射電流ベクトルがメインベクトルに比べて非常に小さい時、被測定放射素子に接続される移相器を制御してもノイズに埋れてその差分を正確に検知できないことがある。そのため $V_1, V_2, V_3, V_4$ を複数サンプルし、その和あるいは平均値を求めてから前述の処理を行えばS/Nの問題が改善できる。

この原理を用いれば、簡単なハードウェア構成で、しかも高速に各放射素子から放射される放射電流ベクトルの振幅・移相を測定することができる。

#### 〔実施例〕

次に本発明の実施例について図面を参照して説明する。

第1図は本発明の一実施例を含むシステムのブロック図である。電力分配器12、移相器13、放射素子14、ビームステアリングユニット16でフェーズドアレイアンテナが構成され、マニホ

ールドモニタ15、検波器17a, b、マルチプレクサ18、A/Dコンバータ19、CPU20およびビームステアリングユニット16でモニタ回路が構成される。

4 EKGと4 HJFについて次式が成立する。

$$\angle JFH = \angle ELF, \angle HJF = \angle LOE = 90^\circ$$

$$\therefore \angle KEG = \angle JHF \quad \dots\dots (5)$$

$$\therefore \angle EGK = \angle HJF \quad \dots\dots (6)$$

$$\overline{FH} = \overline{EG} \quad \dots\dots (7)$$

1辺と2角とが等しいから4 EKGと4 HJFは合同である。よって被測定放射素子の放射電流ベクトルの振幅を求めるには、 $\overline{FJ} (= \overline{GK})$ および $\overline{HJ} (= \overline{EK})$ が判れば良い。被測定放射素子の放射電流ベクトルが、メインベクトル $V$ に比べて小さい時次の近似式が成り立つ。

$$\overline{FJ} \approx |V_1 - V_2| \quad \dots\dots (8)$$

$$\overline{HJ} \approx |V_1 - V_3| \quad \dots\dots (9)$$

よって、被測定放射素子の放射電流ベクトルの振幅は次式のようになる。

$$A_1 \approx \frac{1}{2} \sqrt{(V_1 - V_2)^2 + (V_1 - V_3)^2} \quad \dots\dots (10)$$

メインベクトルに対する被測定放射素子の放射電流ベクトルの位相は、 $\angle KEG (= \angle JHF)$ に等しいから次式で求められる。

$$\phi_1 = \tan^{-1} \frac{V_4 - V_2}{V_1 - V_3} \quad \dots\dots (11)$$

ールドモニタ15、検波器17a, b、マルチプレクサ18、A/Dコンバータ19、CPU20およびビームステアリングユニット16でモニタ回路が構成される。

CPU20は、ビームステアリングユニット16にアンテナのメインビームをあらかじめ設定された角度に固定する命令を与え、このビームステアリングユニット16はCPU20によって指示された角度にメインビームを固定するために各移相器13を制御する。次に、CPU20は被測定放射素子番号を指定し、ビームステアリングユニット16は、指定された放射素子14以外の移相器13の状態を保持する。

この状態で送信機11は高周波信号を送出し、放射素子14より高周波信号がマニホールドモニタ15に向けて放射される。マニホールドモニタ15で受信された信号は検波器17aに入力してビデオ検波され、マルチプレクサ18を通った後A/Dコンバータ19でA/D変換され、CPU20に「 $V_1$ 」データとしてとり込まれる。次に、

CPU 20は被測定素子の移相器13を $90^\circ$ 回転させる命令をビームステアリングユニット16に送りこのビームステアリングユニット16はその移相器13を $90^\circ$ 回転させる。この時の受信信号は同様のシーケンスでCPU 20に「 $V_3$ 」データとしてとり込まれる。同様に、移相器13を $180^\circ$ 、 $270^\circ$ と回転させ「 $V_3$ 」、「 $V_4$ 」データをとり込む。

次に、電力レベルによる振幅の校正を行なうために送信機11の出力の一部をとり出し、検波器17bによりビデオ検波し、マルチプレクサ18によってマニホールドモニタ15からの信号を停止させ、電力レベル校正用の信号としてA/D変換器19に供給する。このA/D変換された信号は基準信号 $V_R$ として $V_1 \sim V_4$ と同様CPU 20にとり込まれる。

このシーケンスが終了すると、CPU 20は被測定素子のシーケンスをくり返し、 $V_1 \sim V_4$ 、 $V_R$ をその都度加算する。このくり返し回数は、例えばフェーズドアレイの放射素子数を「62」、電力

分配器12の電力分配比をサイドローブ $-30\text{dB}$ 、 $n=5$ のチーラー分布に従っていた時、送信機11から検波器17の出力までの $8/N$ 比が $-45\text{dB}$ の場合、約16回となる。この時の振幅検出及び位相検出の精度は、最小振幅の放射素子で各々約 $\pm 2\text{dB}$ 以内、約 $\pm 5^\circ$ 以内であり、この程度であれば充分実用に供せられる。

CPU 20は、加算したデータ $EV_1$ 、 $EV_2$ 、 $EV_3$ 、 $EV_4$ 、 $EV_R$ を用いて、前述の(10)(11)式に基づいて被測定素子の振幅、移相を計算する。この計算された振幅については、 $EV_R$ を用いてレベル校正される。

以上の一連の処理が終了すると、CPU 20は別の放射素子を指定して、その放射素子の放射電流ベクトルの移相と振幅を計算する。

#### (発明の効果)

以上説明したように、本発明は、メインビームをある方向に固定し、被測定放射素子の移相器のみ $90^\circ$ 毎に回転させ、4つの状態のスカラ量から三角法及び平均化の手法を用いて被測定放射

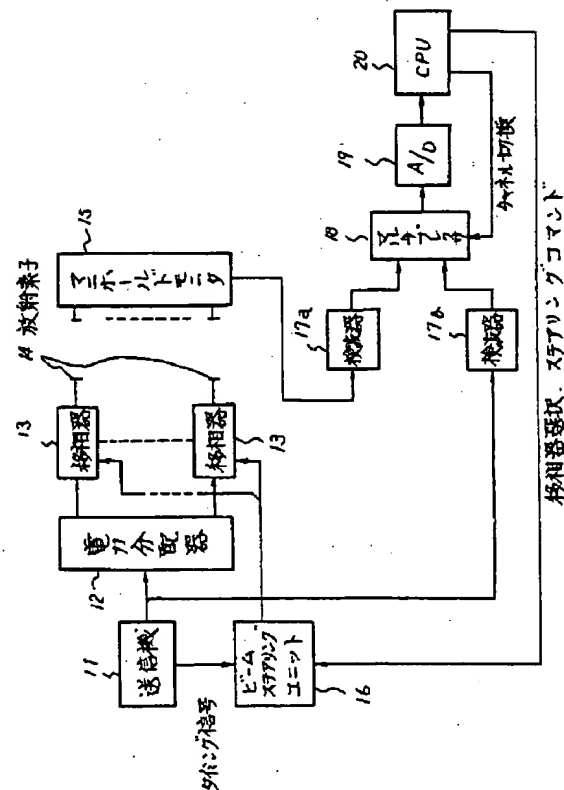
素子の放射電流ベクトルの振幅と位相とを検出することにより、ハードウェア構成及びソフトウェアの処理アルゴリズムが簡単になり、このため信頼性の向上、製造コストの低廉化、監視周期時間の短縮を実現することができる。

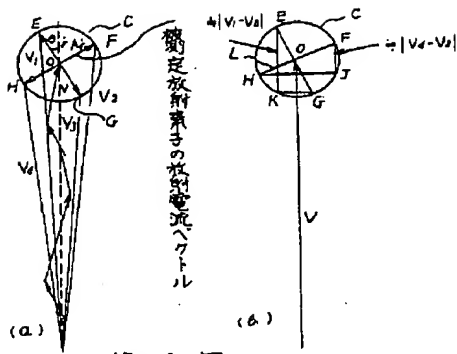
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を説明するシステムのブロック図、第2図(a)、(b)は本実施例の動作原理を説明するベクトル図、第3図は従来の空中線監視装置を含むシステムのブロック図、第4図は従来の空中線監視装置の動作を示す動作波形図である。図において

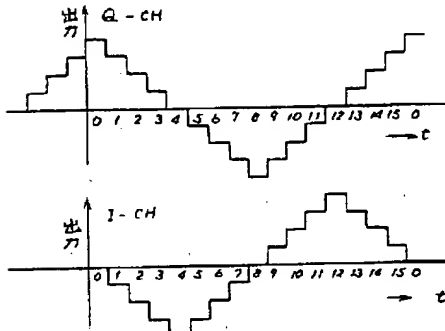
11……送信機、12……電力分配器、13……移相器、14……放射素子、15……マニホールド・モニタ、16……ビームステアリングユニット、17a、b……検波器、18……マルチプレクサ、19……A/D変換器、20……CPU、21…… $90^\circ$ 遅相器、22a、b……合成器、23a、b……バンドパスフィルタである。

代理人 弁理士 内 原 晋

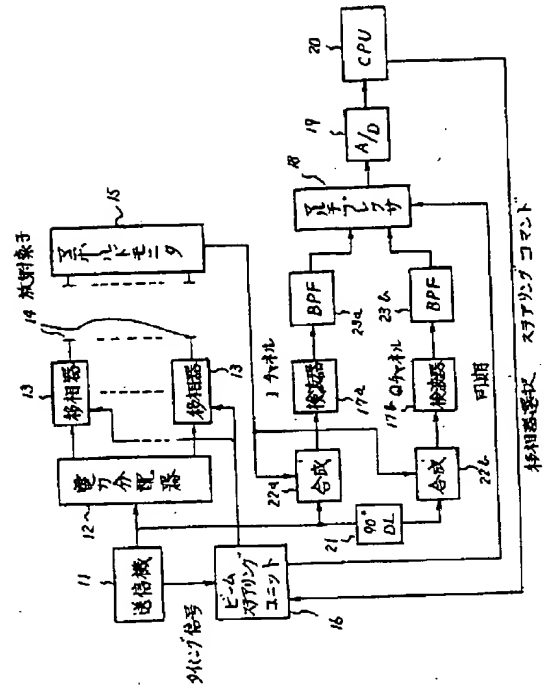




第 2 図



第 4 図



第 3 図

特許法第17条の2の規定による補正の掲載

昭和 60 年特許願第 140983 号 (特開昭 62- 1303 号, 昭和 62 年 1 月 7 日 発行 公開特許公報 62- 14 号掲載) については特許法第17条の2の規定による補正があったので下記のとおり掲載する。 7 ( 3 )

Int. Cl.	識別 記号	庁内整理番号
H01Q 3/26		7741-5J

5. 補正の対象

明細書の特許請求の範囲及び発明の詳細な説明の欄

6. 補正の内容

- (1) 特許請求の範囲を別紙のとおり補正する。
- (2) 2 頁 13 行目の「放射電流ベクトル」を「放射信号」と補正する。
- (3) 2 頁 14 行目の「空中線監視装置の」を「空中線監視装置、すなわち」と補正する。
- (4) 2 頁 15 行目の「の測定方式」を「の特性測定方式」と補正する。
- (5) 3 頁 7 行目の「ビーム方向を」の後に「マニホールドモニタ受信角以外の任意の一方向に」を挿入する。
- (6) 6 頁 4 行目の「信頼性が低く、」を削除。
- (7) 6 頁 18 ~ 19 行目の「前記各放射素子から放射される……の位相が等しくなるよう抑制し」を「前記マニホールドモニタの最大受信角になるよう各々制御し」と補正する。

平成 3. 8. 2 発行  
手続補正書 (自発)

平成 年 3. 4. -5 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示 昭和 60 年 特 許 願第140983号
2. 発明の名称 空中線放射素子の特性測定方式
3. 補正をする者

事件との関係

出 願 人

東京都港区芝五丁目7番1号  
(423) 日本電気株式会社

代表者 関 本 忠 弘

4. 代 理 人

〒108-01 東京都港区芝五丁目7番1号

日本電気株式会社内

(6591) 弁理士 内 原 晋

電話 東京 (03) 3454-1111 (大代表)

(連絡先 日本電気株式会社 特許部)



- (8) 7 頁 2 ~ 3 行目の「放射電流ベクトル」を「合成ベクトル」と補正する。
- (9) 8 頁 7 ~ 8 行目の「放射電流ベクトル」を「放射信号」と補正する。
- 00 8 頁 10 行目の「放射電流ベクトル」を「放射信号」と補正する。
- 00 8 頁 17 ~ 18 行目の「放射電流ベクトル」を「放射信号」と補正する。
- 02 9 頁 2 行目と3行目との間に下記の文章を挿入する。

記

マニホールドモニタは一般に導波管スロットアレイが用いられる。被測定アンテナが等間隔リニアアレイの場合、マニホールドモニタは、一般に等間隔の一定傾斜のスロットを切った導波管で実現される。このマニホールドモニタのスロットの間隔を  $d$ 、管内波長を  $\lambda$  とするとマニホールドモニタで得られる合成ベクトル (モニタ信号) の最大値は、ビーム走査角  $\theta$  を次式で与えた時に得られる。

平成 3. 8. 2 発行

$$\theta = \sin^{-1} \left\{ \lambda \left( \frac{1}{\lambda_s} - \frac{1}{2d} \right) \right\} \quad \dots\dots(12)$$

ここで $\lambda$ は自由空間波長を示す。

すなわちフェーズドアレイアンテナのビーム方向を上(12)式で与えられる方位にすると、マニホールドモニタの各々のスロットに励振される電流の位相が同相になって合成ベクトルのスカラー量が最大となる。本発明では、この状態に移相器を設定してマニホールドモニタから得られる受信信号を用いて上に述べた原理によって各々の放射素子の放射信号の振幅・位相測定を行なう。

03 9頁3行目の「放射電流ベクトル」を「放射信号」と補正する。

04 10頁7行目の「角度」の後に「すなわちマニホールドモニタの最大レベル受信角」を挿入する。

05 12頁17～18行目の「メインビームをある方向に固定し」を「メインビーム方向をマニホールドモニタの受信角に固定し」と補正する。

#### 特許請求の範囲

(1) フェーズドアレイ空中線への送信出力を分配しそれぞれ移相器を介して各放射素子から放射し、これら放射された信号をマニホールドモニタで受けてベクトル合成してビデオ検波し、このビデオ検波された合成ベクトルから演算処理を行って前記放射素子の特性の検出を行う空中線放射素子の特性測定方式において、前記各移相器を前記マニホールドモニタの最大レベル受信角になるよう各々制御し、測定すべき放射素子に接続した移相器を90度毎に回転させて前記送信出力を放射し、その都度前記マニホールドモニタで合成してビデオ検波された合成ベクトルの4つのスカラー量から三角法を用いた演算処理によって前記測定すべき放射素子の放射信号振幅および位相を求めることを特徴とする空中線放射素子の特性測定方式。

(2) 90度毎に回転させた送信出力の放射がそれぞれ複数回行われ、放射電流ベクトルの4つの

06 12頁18行目の「4つの状態の」の後に「モニタビクタップの合成ベクトルの」を挿入する。

07 13頁1行目の「放射電流ベクトル」を「放射信号」と補正する。

代理人 弁理士 内 原 晋

スカラー量がそれぞれ複数回加算された加算値あるいは平均値を用いて演算処理が行われる特許請求の範囲第1項記載の空中線放射素子の特性測定方式。